

# TRAINING DEVICE BY AUTOMATIC PLAYING PIANO

Publication number: JP5224666

Publication date: 1993-09-03

Inventor: MATSUNAGA HIROSHI; KONDO TETSUYA; HONDA HISAMITSU; INABA TATSUYA; NARITA HIROSHI

Applicant: KAWAI MUSICAL INSTR MFG CO

Classification:

- international: G09B15/00; G10F1/02; G10H1/00; G09B15/00; G10F1/00; G10H1/00; (IPC1-7): G09B15/00; G10F1/02; G10H1/00

- European:

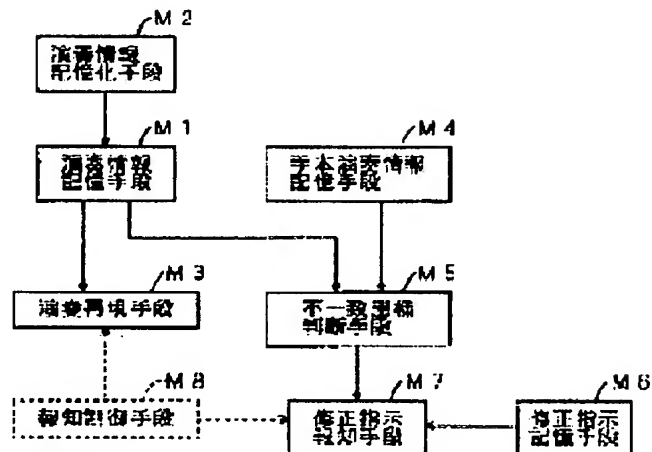
Application number: JP19920028408 19920214

Priority number(s): JP19920028408 19920214

Report a data error here

## Abstract of JP5224666

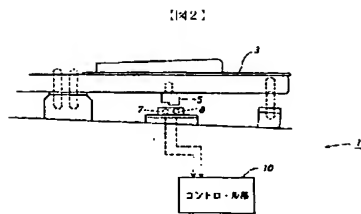
**PURPOSE:**To enable an effective self-practice by storing performance information that a pupil inputs, comparing this performance information with example information at a specific check point, and generating a performance correction indication if there is a discrepancy. **CONSTITUTION:**When the pupil plays on the automatic playing piano, a performance information storing means M2 stores key depression information and key releasing information in a performance information storage means M1 as performance information following a flow of the performance. A discrepancy mode judging means M5 compares the performance information which is generated by the pupil and stored in the performance information storage means M1 with the example performance information stored in an example performance information storage means M4 at the specific check point to judge the mode of the discrepancy between both the pieces of performance information. When there is the discrepancy between both the pieces of performance information, a correction indication generating means M7 reads a corresponding arithmetic correction indication out of a correction indication storage means M6 storing the performance correction indication and outputs it at the check point where the discrepancy is present.



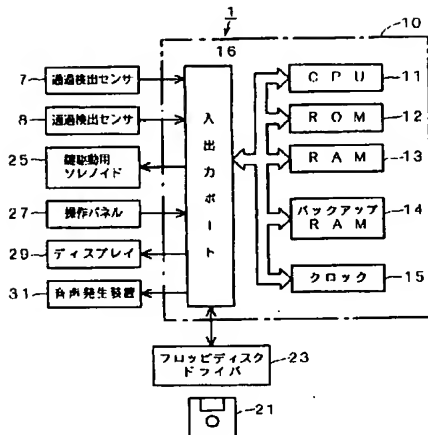
Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



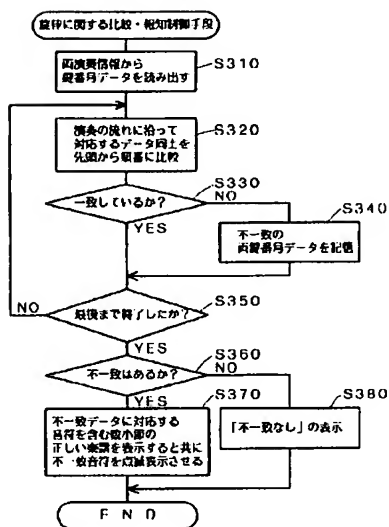




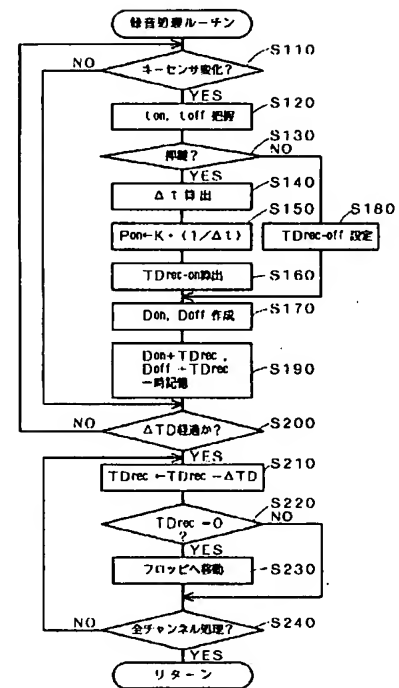
【図3】



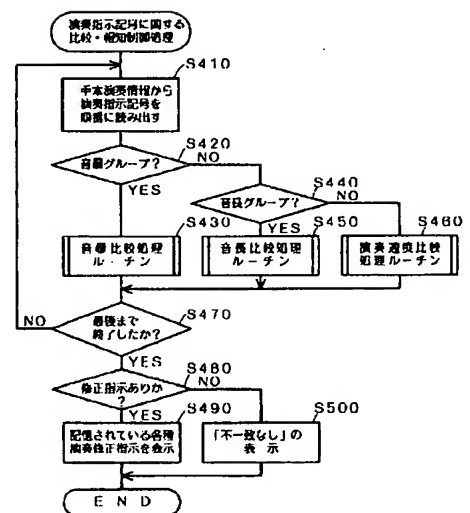
【図7】



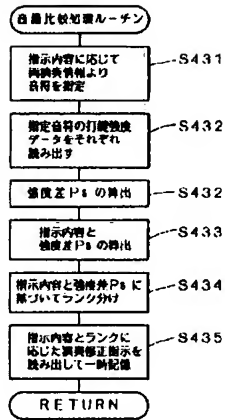
【図4】



【図8】



【図9】



【図11】

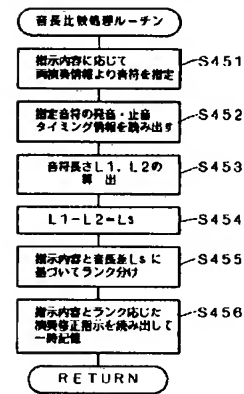
(a)

演算記号: $\alpha \alpha$ (ビノール)		
P1の値	ランク	両演算正誤表
$P1 > 3\alpha$	B3	両すばぬ、もつと強く
$3\alpha \geq P1 > 2\alpha$	B2	もう少し強く
$2\alpha \geq P1 > \alpha$	B1	ほんの少し強く
$\alpha \geq P1 \geq 0$	N	
$- \alpha > P1$	B1	ほんの少し強く

(b)

演算記号: $\beta \beta$ (フォルテ)		
P1の値	ランク	両演算正誤表
$P1 > \beta$	B1	ほんの少し強く
$\beta \geq P1 \geq 0$	N	
$- \beta > P1 \geq -2\beta$	B1	ほんの少し強く
$-2\beta > P1 \geq -3\beta$	B2	もう少し強く
$-3\beta > P1$	B3	両すばぬ、もつと強く

【図10】



【図12】

(a)

演算記号: スタット		
L1の値	ランク	両演算正誤表
$L1 > 2\alpha$	B2	両すばぬ、もつと強く
$2\alpha \geq L1 > \alpha$	B1	もう少し強く
$\alpha \geq L1$	N	

(b)

演算記号: テナート		
L1の値	ランク	両演算正誤表
$-L1 \geq -\alpha$	N	
$- \alpha > -L1 \geq -2\alpha$	B1	もう少し強く
$-2\alpha > -L1$	B2	両すばぬ、もつと強く

フロントページの続き

(72)発明者 稲葉 達也  
静岡県浜松市寺島町200番地 株式会社河  
合楽器製作所内

(72)発明者 成岡 新  
静岡県浜松市寺島町200番地 株式会社河  
合楽器製作所内

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-224666

(43)公開日 平成5年(1993)9月3日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 F 1/02		D 6821-5H		
G 0 9 B 15/00		B 7143-2C		
G 1 0 H 1/00	1 0 2 A	8622-5H		

審査請求 未請求 請求項の数2(全14頁)

(21)出願番号 特願平4-28408

(22)出願日 平成4年(1992)2月14日

(71)出願人 000001410

株式会社河合楽器製作所  
静岡県浜松市寺島町200番地

(72)発明者 松永 博

静岡県浜松市寺島町200番地 株式会社河合楽器製作所内

(72)発明者 近藤 哲哉

静岡県浜松市寺島町200番地 株式会社河合楽器製作所内

(72)発明者 本多 久光

静岡県浜松市寺島町200番地 株式会社河合楽器製作所内

(74)代理人 弁理士 足立 勉

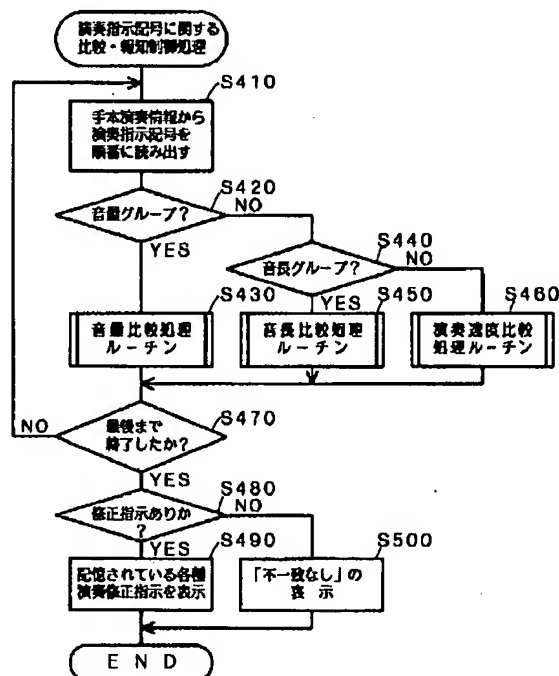
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 自動演奏ピアノによる教習装置

#### (57)【要約】

【目的】 自分の演奏の悪い部分が判ると共に、それをどのように直せば、手本演奏に近づけられるのかがすぐに判り、自学自習を効果的に行うことができる。

【構成】 演奏指示記号比較報知モードが選択されるとまず、手本演奏情報から指示記号を順番に読み出し (S410)、各記号に対して、音量、音長、演奏速度の各比較処理より該当する処理を行う (S430、450、460)。そして、該当する各処理の結果、RAM13内に演奏修正指示が記憶されている場合には (S480: YES)、手本演奏情報に基づいてディスプレイ29に楽譜を順番に表示させていき、該当する演奏記号が存在する部分になったら、その演奏修正指示をディスプレイ29に表示させる (S490)。そのため、生徒は、演奏指示記号に関して手本演奏と自己演奏とでどの部分が違っていたのかが判ると共に、演奏修正指示を見ることによって、どの程度直せば良いのかが判る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 押鍵データ及び離鍵データを演奏の流れに沿った演奏情報として記憶する演奏情報記憶手段と、鍵の動作位置により検出した押鍵及び離鍵タイミングと、鍵の押鍵の速さに基づいて算出した打鍵強度情報とから押鍵データ及び離鍵データを作成し、押鍵及び離鍵タイミングに基づく演奏の流れに沿って、上記演奏情報記憶手段に記憶させる演奏情報記憶化手段と、

上記演奏の流れに沿って、上記演奏情報記憶手段に記憶された演奏情報中の個々の押鍵データ及び離鍵データを順次出力し、該出力された押鍵データ中の打鍵強度情報に基づいて定まる駆動電力にてソレノイドを駆動し、離鍵データに対応してソレノイドの駆動を停止することにより演奏を再現する演奏再現手段と、

を備える自動演奏ピアノにおいて、

所定の押鍵データ及び離鍵データを手本演奏情報として記憶している手本演奏情報記憶手段と、

所定のチェックポイントに関して、上記演奏情報記憶手段に記憶されている比較対象の演奏情報と上記手本演奏情報とを比較し、両演奏情報の不一致の態様を判断する不一致態様判断手段と、

該不一致の態様に応じて、不一致の態様を解消するための演奏修正指示を予め記憶している修正指示記憶手段と、

上記両演奏情報の不一致が存在する場合には、該不一致の存在するチェックポイントにおいて、該当する演奏修正指示を報知する修正指示報知手段と、

を備えた特徴とする自動演奏ピアノによる教習装置。

【請求項2】 上記演奏再現手段により上記比較対象の演奏を再現させ、上記不一致部分の演奏タイミングに対応させて、該当する演奏修正指示を上記修正指示報知手段により報知させる報知制御手段を備えたことを特徴とする請求項1記載の自動演奏ピアノによる教習装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、自動演奏ピアノによる教習装置に係り、特に、手本の演奏と自分の演奏とを比較して、両演奏間に不一致部分が存在する場合には、その不一致の態様を解消するための演奏修正指示を報知することにより、自学自習を容易にできるようにした教習装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、特開昭60-111296号に開示されているように、少なくとも一方は記憶手段に記憶された複数の楽音情報を比較する比較手段を具備することにより、比較法による演奏評価のできる電子楽器が知られている。例えば、熟練演奏者による演奏の楽音情報（音階データと音長データ）を予め記憶しておき、自分の演奏の楽音情報と比較する。

【0003】音階データを比較する音階比較器と音長デ

ータを比較する音長比較器とを備えており、音階比較器は、熟練演奏者による演奏の音階データと自分の演奏の音階データとが不一致の時出力するようにし、音長比較器は、熟練演奏者による演奏の音長データと自分の演奏の音長データとが不一致の時出力するように構成されている。そして、不一致の出力数をカウントし、満点値から減算して演奏を採点する等すれば、優劣の比較ができて楽しむことができるというものである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のものは、2つの演奏を単に比較するだけであり、音階や音長等の楽音情報に関してどれだけ違っていたか（違う点はいくつか）、あるいは、不一致の出力のあったアドレスを記憶していたとしても、どの部分で違っていたかが判るだけである。従って、たとえ手本となる演奏と自分の演奏とを比較しても、手本の演奏と違っていた部分をどのように直せばよいのかがすぐには判らず、自学自習の上ではいまいち効果的ではない。

【0005】そこで、本発明は上記の課題を解決し、自分の演奏の悪い部分が判ると共に、それをどのように直せば、手本演奏に近づけられるのかがすぐに判り、自学自習を効果的に行える自動演奏ピアノによる教習装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するため、請求項1記載の発明は、図1に実線で例示するように、押鍵データ及び離鍵データを演奏の流れに沿った演奏情報として記憶する演奏情報記憶手段M1と、鍵の動作位置により検出した押鍵及び離鍵タイミングと、鍵の押鍵の速さに基づいて算出した打鍵強度情報とから押鍵データ及び離鍵データを作成し、押鍵及び離鍵タイミングに基づく演奏の流れに沿って、上記演奏情報記憶手段M1に記憶させる演奏情報記憶化手段M2と、上記演奏の流れに沿って、上記演奏情報記憶手段M1に記憶された演奏情報中の個々の押鍵データ及び離鍵データを順次出力し、該出力された押鍵データ中の打鍵強度情報に基づいて定まる駆動電力にてソレノイドを駆動し、離鍵データに対応してソレノイドの駆動を停止することにより演奏を再現する演奏再現手段M3と、を備える自動演奏ピアノにおいて、所定の押鍵データ及び離鍵データを手本演奏情報として記憶している手本演奏情報記憶手段M4と、所定のチェックポイントに関して、上記演奏情報記憶手段に記憶されている比較対象の演奏情報と上記手本演奏情報とを比較し、両演奏情報の不一致の態様を判断する不一致態様判断手段M5と、該不一致の態様に応じて、不一致の態様を解消するための演奏修正指示を予め記憶している修正指示記憶手段M6と、上記両演奏情報の不一致が存在する場合には、該不一致の存在するチェックポイントにおいて、該当する演奏修正指示を報知する修正指示報知手段M7と、を備えた特徴とする自動



3

演奏ピアノによる教習装置をその要旨とする。

【0007】上述の所定のチェックポイントとしては、旋律が一致しているかどうか、「p（ピアノ）」、「f（フォルテ）」、「テヌート」、「レガート」等演奏指示記号どうりの演奏か否か等が挙げられる。また、不一致の態様の程度を複数段階に分け、その各々に対して演奏修正指示を変更して修正指示記憶手段に記憶させておいてもよい。

【0008】修正指示報知手段としては、画像に表示して視覚に訴えても良いし、音声で報知して聴覚に訴えるようにしてもよい。また、請求項2記載の発明は、図1に点線で例示するように、上記演奏再現手段M3により上記比較対象の演奏を再現させ、上記不一致部分の演奏タイミングに対応させて、該当する演奏修正指示を上記修正指示報知手段M7により報知させる報知制御手段M8を備えたことを特徴とする。

【0009】

【作用】上記構成を有する本発明の自動演奏ピアノによる教習装置によれば、例えば、生徒が自動演奏ピアノを弾くと、演奏情報記憶化手段M2により、押鍵データ及び離鍵データが演奏の流れに沿った演奏情報として演奏情報記憶手段M1に記憶される。そして、不一致態様判断手段M5が、所定のチェックポイントに関して、演奏情報記憶手段M1に記憶されている生徒による演奏情報と手本演奏情報記憶手段M4に記憶されている手本演奏情報とを比較し、両演奏情報の不一致の態様を判断する。

【0010】両演奏情報の不一致が存在する場合には、修正指示報知手段M7が、その不一致の存在するチェックポイントにおいて、不一致の態様を解消するための演奏修正指示を予め記憶している修正指示記憶手段M6より該当する演奏修正指示を読み出して報知する。

【0011】上述の不一致態様の判断は、手本演奏に対して、音程を比較したり、演奏指示記号の指示内容に応じて音量、音符の長さ等が比較されて行われる。例えば、p（ピアノ）、f（フォルテ）等の強弱記号がある部分では、音量に基づいて判断され、「テヌート」、「レガート」等に対しては音の長さに基づいて判断される。

【0012】このように、不一致の部分に対する演奏修正指示を、例えば画像に表示して視覚に訴えたり、音声で報知して聴覚に訴えれば、生徒は自分の演奏の悪い部分が判ると共に、それをどのように直せば、手本演奏に近づけられるのかが判り、自学自習が効果的に行える。

【0013】さらに、請求項2に記載の教習装置では、報知制御手段M8が、演奏再現手段M3により自分（生徒）の演奏を再現させながら、不一致部分の演奏タイミングに対応させて該当する演奏修正指示を修正指示報知手段M7により報知させる。そのため、生徒は自分の演奏を、実際に弾いた時と同じ状態で客観的に聞きながら

4

演奏修正指示を聞くことができる。従って、不一致の態様、程度をより感覚的に捉えることができ、自学自習がより効果的に行える。また、例えば演奏再現手段により自分の演奏を再現させた後、演奏再現手段によって手本演奏を再現させれば、演奏修正指示のあった部分での手本の演奏をより注意深く聞くことができ、手本演奏の音の大きさや長さ等を感覚的に身に付け易くなる。

【0014】

【実施例】次に、本発明の一実施例である自動演奏ピアノの教習装置を説明する。実施例としての自動演奏ピアノ1は、図2に示す様に、鍵3の下面に取り付けた段付シャッタ5が、それぞれ発光素子と受光素子とからなる二つのキーセンサ7、8の光路を遮断する時期と時間差とを検出し、鍵盤号、押鍵タイミング、離鍵タイミング及び打鍵強度を組み合わせた演奏情報を作成するコントロール部10を備えている。

【0015】コントロール部10は、図3に示す様に、CPU11、ROM12、RAM13、バックアップRAM14、クロック15等を含む論理演算回路であり、キーセンサ7、8とは入出力ポート16を介して接続されている。また、自動演奏データが記録済み、あるいは新たに自動演奏データを記録するためのフロッピディスク21を駆動するフロッピディスクドライブ23や、自動演奏時の鍵駆動用ソレノイド25や、録音、再生等の各種動作の指示のための操作パネル27や、表示用のディスプレイ29、後述する音声発生装置31等とも入出力ポート16を介して接続されている。

【0016】上述したハード構成を持つ本実施例の自動演奏ピアノ1は、図4に示す様な手順にて演奏者の演奏を記憶することができる。この処理は、操作パネル27にて録音モードが選択されると開始される。なお、実施例はいわゆるイベント方式による録音及び後述する再生を行う。

【0017】まず、演奏者の押鍵・離鍵動作を反映した通過検出センサ7、8（前述の図2では一つだけ示したが8鍵全てに配設されている）からの検出信号が変化したか否かを判断し（ステップ110、以下単にS110という。以下同様。）、変化があった場合は、その変化の仕方により、左側のキーセンサ7の検出値がオンからオフとなった時点からオンイベント発生時点 $t_{on}$ を捉え、右側のキーセンサ8の検出値がオフからオンとなった時点からオフイベント発生時点 $t_{off}$ を捉える（S120）。

【0018】続いて、今回のキーセンサ7、8の検出信号の変化が押鍵による変化か否かを判断する（S130）。S120で把握されたのがオンイベント発生時点 $t_{on}$ であれば、押鍵と判断され、今回のキーセンサ変化における右側のキーセンサ8の検出値がオンからオフとなった時点と、左側のキーセンサ7の検出値がオンからオフとなった時点との時間差 $\Delta t$ を算出する（S14



0)。

【0019】続いて、時間差 $\Delta t$ に基づいて打鍵強度データPonを算出する(S150)。ここで、Kは、演算のための係数であり、シャッタ5の段差の位置関係等に基づいて予め設定されている。次に、打鍵強度データPonに基づいて、録音時の発音遅延時間TDrec-onを算出する(S160)。これは、オンイベント発生時点は鍵3が発音動作上の特定の位置まで移動したことを表しているが、実際の発音は、ハンマ系を機械的に駆動することによりなされ、鍵3の移動速度によってオンイベント発生時点との間に差異が生じるのである。

【0020】また、打鍵強度データPonを鍵番号KNo.及びオンイベント発生時点tonと組み合わせて押鍵データDonを作成する(S170)。一方、S130で押鍵ではない、即ち今回のキーセンサ変化は離鍵による変化であると判断されたならば、オフイベント発生時点toffから現実の止音タイミングまでの止音遅延時間TDrec-offを設定する(S180)。

【0021】そして、押鍵データDonと同様に、鍵番号KNo.及び打鍵強度データPonを鍵オフイベント発生時点toffと組み合わせて離鍵データDoffを作成する(S170)。なお、離鍵データDoffにおける打鍵強度Ponは、通常「0」となる。こうして算出された押鍵データDonには録音時発音遅延時間TDrec-onを付加して発音タイミング情報Don+TDrecとし、離鍵データDoffには録音時止音遅延時間TDrec-offを付加して止音タイミング情報Doff+TDrecとし、これらをRAM13内の専用のアサイン中の空きチャンネルに一時記憶する(S190)。なお、実施例では64チャンネルで一つのアサインを構成している。

【0022】ここで、録音時発音遅延時間TDrec-onは、演奏者の押鍵により検出されたオンイベント発生時点から実際の発音時点までの時間である。従って、図5に示す様に、打鍵強度Ponが小さいほど長い時間となる傾向のデータになり、数msec~100msec程度の範囲内にある。本実施例では、打鍵強度Ponを変えて録音時発音遅延時間TDrec-onを予め実測し、この結果をROM12内にマップ化して書き込んでおき、S140にて算出された打鍵強度Ponで参照し、補間法等を用いて値を特定することとした。

【0023】一方の録音時止音遅延時間TDrec-offについては本実施例では35msecに固定してある。これは離鍵に際しての鍵3とアクション部との機構的特性による戻り速度の代表値である。S190の処理の結果、RAM13内には、図6に示す様に、第1バイトに遅延時間データTDrecを、第2バイトに鍵番号データKNo.を、第3バイトに打鍵強度データPonを有する情報として16進表示で記憶される。この図は押鍵データDonだけを示しているが、離鍵データDoffについても同様である。

【0024】次に、一定の微小時間 $\Delta TD$ (実施例では5msec)が経過したか否かを判断する(S200)。「NO」と判断されたならば再びS110へ戻る。なお、S110で「NO」と判断された場合はS120~S190をパスして直接このS200に移行する様に構成されている。

【0025】S108aの処理において「YES」と判断されたならば、録音用のアサイン内で最初に処理すべきチャンネルについて、そこに一時記憶された情報の遅延時間データTDrecから微小時間 $\Delta TD$ を減算し(S210)、減算後の遅延時間データTDrecが0msecとなったか否かを判断する(S220)。

【0026】「YES」と判断されたらその情報を演奏情報としてフロッピディスク21に移動させると共に(S230)、全チャンネルについてS190、S220の処理が実行されたか否かを判断し(S240)、残ったチャンネルがあればその遅延時間データTDrecから所定値 $\Delta TD$ を減算し(S210)、S220以下の処理を繰り返し実行する。なお、S220で「NO」と判断された場合は、S230をパスしてS240へ進む。

【0027】こうして、本実施例の録音処理により、現実の発音タイミング及び止音タイミングの関係にて演奏情報の録音がなされる。つまり、オンイベント発生tonやオフイベント発生toffを単に機械的な動作関係だけで捉えるのではなく、現実にもった補正を加えて現実の発音タイミング及び止音タイミングの関係に置き換えた情報を演奏情報とすることができる。

【0028】次に、録音した自分の演奏情報(以下自己演奏情報という。)と手本となる演奏情報(以下手本演奏情報という。)とを所定のチェックポイントに関して比較し、不一致部分に対して演奏修正指示を報知する処理について説明する。手本演奏情報は、例えば、予め手本演奏情報が記憶されているフロッピディスク21aから読み込んで用いても良いし、ピアノ教師等の熟練者が本自動演奏ピアノ1を弾き、上述した録音処理によって録音したものをを用いてもよい。

【0029】チェックするポイントとしては、旋律が一致しているか、音符(休符を含む。)の長さが正しいか、演奏指示記号の指示内容どうりの演奏か、等がある。以下、その例として、旋律に関する比較・報知制御処理と、演奏指示記号に関する比較・報知制御処理の2つの処理について説明する。

【0030】最初に、図7のフローチャートを参照して、旋律に関する比較・報知制御処理について説明する。この処理は、操作パネル27にて旋律比較報知モードが選択されると開始される。まず、比較対象となる自己演奏情報及び手本演奏情報からそれぞれ鍵番号データKNo.を読み出す(S310)。そして、演奏の流れに沿って対応する鍵番号データKNo.同士を演奏の最初か

7

ら順に比較し(S320)、鍵番号が一致しているかどうか判断する(S330)。一致している場合には、最後のデータ同士の比較が終了したかどうか判断し(S350)、終了していない場合にはS320に戻って以下の処理を繰り返す。また、S330において両鍵番号が一致していない場合には、不一致となった両鍵番号データKNo.をRAM13に記憶させてから(S340)、S350に移行する。

【0031】最後のデータ同士の比較が終了した場合には(S350:YES)、RAM13内に不一致となった両鍵番号データKNo.が記憶されているかどうかを判断する(S360)。そして、不一致データが存在している場合には(S360:YES)、手本演奏情報の中から、不一致の鍵番号データKNo.に対応する音符を含む数小節分の鍵番号データKNo.を読み出し、楽譜情報としてディスプレイ29に表示させると共に、自己演奏情報側の鍵番号データKNo.に対応する不一致音符を上記楽譜情報に重ねて点滅表示させる(S370)。一方、不一致データが存在しない場合には(S360:NO)、ディスプレイ29に「不一致なし」と表示させる。

【0032】なお、不一致部分が多くて、一度にディスプレイ29に表示できない場合には、順番にスクロールさせて見られるようにすればよい。また、楽譜情報としてディスプレイ29に表示させる範囲は、上記実施例では不一致音符を含む数小節分としたが、これは、不一致音符の前後の演奏の流れをつかみ易くするためである。従って、例えば付されている拍子記号(4分の2拍子、8分の6拍子等)に応じて適宜変更してもよい。

【0033】このように、生徒はディスプレイ29の楽譜情報を見ることによって、旋律に関して手本演奏と自己演奏とでどの部分が違っていたのかが判り、さらに正しい旋律を学習することができる。次に、図8～図10のフローチャートを参照して、演奏指示記号に関する比較・報知制御処理について説明する。本実施例では、手本演奏情報に予め演奏指示記号が記憶させてある。演奏指示記号は予め音量グループ、音長グループ、演奏速度グループの3つのグループに分類され、どの演奏指示記号がどのグループに属するかが記憶されている。

【0034】音量グループは、「p(ピアノ)」、「f(フォルテ)」等の強弱記号等、音量に関するものであり、音長グループは、「スタッカート」、「テヌート」等、音符の長さに関するものである。また、演奏速度グループは、演奏速度全般に関するもので、「rit.(リタルダンド)」の他、演奏する速度を指定する速度記号、「アンダンテ」、「アレグロ」等の速度標語等も含む。これらの演奏指示記号には、各々属するグループ及び指示内容が区別可能な番号を設定し、実際の楽譜に対応するよう、該当する音符の鍵番号データKNo.にその番号を付してある。

8

【0035】この処理は、操作パネル27にて演奏指示記号比較報知モードが選択されると開始される。まず、手本演奏情報から指示記号を順番に読み出し(S410)、音量グループに属する場合には(S420:YES)、後述する音量比較処理ルーチンを実行する(S430)、また、音長グループに属する場合には(S440:YES)、後述する音長比較処理ルーチンを実行し(S450)、音量グループでもなく(S420:NO)、音長グループでもない場合には(S440:NO)、演奏速度比較処理ルーチンを行う(S460)。

【0036】こうして、各記号に対して、属するグループに応じた比較処理を行った後、最後の演奏指示記号に関する比較処理が終了したかどうか判断し(S470)、終了していない場合にはS410に戻って以下の処理を繰り返す。最後の演奏指示記号に関する比較処理が終了した場合には(S470:YES)、S430、S450、S460の処理ルーチンにおける処理の結果、RAM13内に演奏修正指示が記憶されているかどうかを判断する(S480)。そして、演奏修正指示が存在している場合には(S480:YES)、その演奏修正指示をディスプレイ29に表示させ(S490)、一方、演奏修正指示が存在しない場合には(S480:NO)、ディスプレイ29に「不一致なし」と表示させて本処理を一旦終了する。S490においてディスプレイ29に表示させる方法として、本実施例では、手本演奏情報に基づいてディスプレイ29に楽譜を順番に表示させていき、該当する演奏記号が存在する部分になったら、楽譜に重ならないよう、後述する演奏修正指示の言葉を表示させる。

【0037】次に、各比較処理ルーチン(S430、S450、S460)を順に詳しく説明する。図9のフローチャートにS430の音量比較処理ルーチンを示す。本音量比較処理を開始すると、まず、自己演奏情報及び手本演奏情報から、演奏指示記号の指示内容に応じて音符を指定する(S431)。この音符指定は鍵番号KNo.を指定することで行われる。そして、両演奏情報より、指定された鍵番号KNo.に対応する打鍵強度Ponをそれぞれ読み出す(S432)。

【0038】そして、自己演奏情報の打鍵強度Ponから手本演奏情報の打鍵強度Ponを減算して強度差PSを算出する(S433)。算出した強度差PSと演奏指示内容に基づいてランク分けを行い(S434)、指示内容とランクに応じた演奏修正指示を読み出して一時記憶させる(S435)。予め、演奏指示記号毎に、強度差PSに対応したランク分け及びそのランクに応じた演奏修正指示がテーブルとして記憶されている。

【0039】図11(a)、(b)に、強弱記号の内「pp(ピアノシモ)」と「ff(フォルテシモ)」の場合のランク分け及び修正指示テーブルを示す。図11(a)のpp(ピアノシモ)の場合のテーブルについて

詳しく説明する。pp (ピアノシモ) の場合には、所定値  $\alpha$  を用いて、 $\alpha \geq PS \geq -\alpha$  の場合には、両演奏情報の打鍵強度 Pon が一致と見なせる許容範囲であるとしてランク N とし、ランク B1、B2 に上がるにつれて、判定上限値を所定値  $\alpha$  づつ大きくしてある。また、強度差 PS が  $3\alpha$  より大きい場合にはランク B3 に該当し、一方、強度差 PS が  $-\alpha$  より小さい場合はランク S1 に該当する。

【0040】そして、各ランクに応じて演奏修正指示が設定されている。例えば、ランク S1 の場合には、手本演奏情報の打鍵強度 Pon に対して、自己演奏情報の打鍵強度 Pon がやや弱いので、手本演奏情報の打鍵強度 Pon に近づけるために「ほんの少し強く」という修正指示が設定されている。

【0041】一方、ランク B1 の場合には「ほんの少し弱く」、ランク B2 の場合には「もう少し弱く」、ランク B3 の場合には、p (ピアノ) という指示に全く気付いていないようなかなり強い打鍵強度 Pon であるので「強すぎる、もっと弱く」という各修正指示が設定されている。なお、ランク N の場合は、両演奏情報の打鍵強度 Pon が一致と見なせる許容範囲なので修正指示はない。

【0042】図11 (b) の ff (フォルテシモ) の場合は、所定値  $\beta$  を用いて、ランク B1、N、S1~S3 までランク分けされ、各ランクに対応する演奏修正指示が設定されている。上述した pp (ピアノシモ) の場合には、自己演奏情報の打鍵強度 Pon が手本演奏に比べて大きい方に3段階 (B1~B3) 設定され、一方、ff (フォルテシモ) の場合には、自己演奏情報の打鍵強度 Pon が手本演奏に比べて小さい方に3段階 (S1~S3) 設定されている。これは、実際の演奏の際、pp (ピアノシモ) の演奏指示にも係わらず強く弾いてしまいがちであり、一方 ff (フォルテシモ) の演奏指示にも係わらず弱く弾いてしまいがちであるためである。なお、pp (ピアノシモ) の場合は、ff (フォルテシモ) の場合に比べて小さな音量差が問題になるので、上述した所定値  $\alpha$  は所定値  $\beta$  に比べて小さい値とされることが多い。

【0043】なお、他の強弱記号に対しても、例えば、mp (メゾピアノ) や mf (メゾフォルテ) は、大きい方に2段階 (B1、B2) と小さい方にも2段階 (S1、S2) という具合に、その指示内容に応じて適宜設定すればよい。また、「クレッシェンド」や「デクレッシェンド」が付されている場合であれば、記号の付された部分から後の数小節に対して、各小節1つあるいは複数の音符の打鍵強度データ Pon を読み出してそれぞれ比較する。そして、上記同様ランク分けして、対応する「もう少し強く (弱く)」等の演奏修正指示を一時記憶しておけばよい。

【0044】S435で演奏修正指示を一時記憶させた

後、本音量比較処理ルーチンを一旦終了して、図8のS470に移行する。次に、S450の音長比較処理ルーチンを図10のフローチャートにより説明する。本音長比較処理を開始すると、まず、自己演奏情報及び手本演奏情報から、演奏指示記号の指示内容に応じて音符を指定する (S451)。この音符指定は鍵番号 KNo. を指定することで行われる。そして、両演奏情報より、指定された鍵番号 KNo. に対応する発音タイミング情報 Don + TDrec と止音タイミング情報 Doff + TDrec をそれぞれ読み出す (S452)。

【0045】そして、上記発音タイミング情報 Don + TDrec と止音タイミング情報 Doff + TDrec に基づいて自己演奏情報側の音符長さ L1、手本演奏情報側の音符長さ L2 をそれぞれ算出する (S453)。続いて、自己演奏情報側の音符長さ L1 から手本演奏情報側の音符長さ L2 を減算して音長差 LS を算出する (S454)。算出した音長差 LS と演奏指示内容に基づいてランク分けを行い (S455)、指示内容とランクに応じた演奏修正指示を読み出して一時記憶させる (S456)。この場合も、予め演奏指示記号毎に、音長差 LS に対応したランク分け、及びそのランクに応じた演奏修正指示がテーブルとして記憶されている。

【0046】図12 (a)、(b) に、「スタッカート」と「テヌート」の場合のランク分け及び修正指示テーブルを示す。「スタッカート」は、1音毎に短く切って演奏するという指示であるが、実際の演奏の際、「スタッカート」の演奏指示にも係わらず長く弾いてしまいがちである。そこで、本実施例では短すぎる場合はないとし、所定値  $\gamma$  を用いて、音長差  $LS \leq \gamma$  の場合には、両音符長さ L1、L2 が一致と見なせる許容範囲であるとしてランク N とする。音長差 LS が  $2\gamma$  以下のものをランク B1 とし、 $2\gamma$  より音長差 LS が大きいものをランク B2 としてある。

【0047】そして、ランク B1 の場合には、手本演奏情報側の音符長さ L2 に対して、自己演奏情報側の音符長さ L1 がやや長いので、「もう少し短く」という修正指示が設定されている。また、ランク B2 の場合には、自己演奏情報側の音符長さ L1 が、スタッカートという指示に全く気付いていないような長さであるので「長すぎる、もっと短く」という修正指示が設定されている。

【0048】同様に、図12 (b) のテヌートは、音符の表す長さを十分に保つという指示であるが、実際の演奏の際、「テヌート」の演奏指示にも係わらず短く弾いてしまいがちである。そこで、本実施例では長すぎる場合はないとし、所定値  $\varepsilon$  を用いて、音長差  $LS \geq -\varepsilon$  の場合には、両音符長さ L1、L2 が一致と見なせる許容範囲であるとしてランク N とする。また、音長差 LS が  $-2\varepsilon$  までのものをランク S1 とし、 $-2\varepsilon$  より小さいものをランク S2 としてある。

【0049】そして、ランク S1 の場合には、手本演奏

情報側の音符長さL2に対して、自己演奏情報側の音符長さL1がやや短いので、「もう少し長く」という修正指示が設定されている。また、ランクS2の場合には、自己演奏情報側の音符長さL1が、「テヌート」という指示に全く気付いていないように短いのので「短すぎる、もっと長く」という修正指示が設定されている。

【0050】S456で演奏修正指示を一時記憶させた後、本音長比較処理ルーチンを一旦終了して、図8のS470に移行する。なお、楽曲全体としてのまとまりから見れば正しい演奏であるが、例えばテンポ自体を間違えて演奏したために、単純に手本演奏と音長比較をしてしまうとほとんどが正しくないと判断されてしまう可能性もある。従って、最初に自己演奏と手本演奏の楽曲全体の演奏時間の比較を行い、その比率に基づいて自己演奏情報側の音符長さL1等を補正した後で、音調比較するようにするとよい。

【0051】次に、演奏速度比較処理ルーチンについて簡単に説明しておく。例えば「リタルダンド（次第にゆるやかに）」であれば、記号により指示された小節に対して、各小節1つあるいは複数の音符を指定する。そして、指定された音符間の長さを算出し、自己演奏情報側の音符間長さと手本演奏情報側の音符間長さとの差を求める。この音符間長さに基づいて、上記音長比較処理と同様、ランク分けして対応する演奏修正指示、例えば「もう少しゆっくり」等の指示を一時記憶しておけばよい。

【0052】また、速度記号や速度標語のように、速度の指定される範囲がもっと広い場合には、その指定範囲（例えば曲全体やある楽章単位等）から複数の音符を適宜指定し、指定された音符間の長さを算出する。そして、上記「リタルダンド」の場合と同様に、自己演奏情報側の音符間長さと手本演奏情報側の音符間長さとの差に基づいてランク分けし、対応する演奏修正指示を一時記憶しておけばよい。

【0053】なお、音符間の長さの算出に当たっては、指定された音符の発音タイミング情報Don+TDrec、あるいは止音タイミング情報Doff+TDrecのどちらを用いて算出しても構わない。上述したように、各種演奏指示記号の指示内容に従って、手本演奏情報と自己演奏情報とが比較され、もし、不一致部分がある場合には、ディスプレイ29に楽譜を順番に表示させていき、該当する演奏指示記号が存在する部分において、正しい演奏にするための演奏修正指示の言葉が表示される。そのため、生徒は、演奏指示記号に関して手本演奏と自己演奏とでどの部分が違っていたのかが判ると共に、演奏修正指示を見ることによって、どの程度直せば良いのかが判る。すなわち、ピアノ教室等において先生がしゃべる修正指示とはほぼ同じ内容の言葉が表示されるので、自学自習が非常に効果的に行える。なお、上述したランク分け及びそのランクに対応する修正指示は、適宜増減さ

せることが可能である。

【0054】次に、演奏修正指示を報知する際の別実施例について説明する。上述した実施例では、演奏修正指示をディスプレイ29に表示させ、視覚に訴えて生徒に知らせていた。それに対し、この別実施例は、音声発生装置31より上述した各種演奏修正指示を音声で流せるように構成されており、音声で報知して聴覚に訴えるものである。具体的には、録音した自己演奏をフロッピーディスク21から読み出して再生させ、不一致部分の演奏タイミングに対応させて、該当する演奏修正指示を音声発生装置31より報知させるようにしたものである。

【0055】このように構成することで、生徒は自分の演奏を、実際に弾いた時と同じ状態で客観的に聞きながら演奏修正指示を聞くことができる。例えば、演奏修正指示で「もっと強く」とか「もっと長く」という指示があっても、自分のどういう演奏に対してそのような指示が出されたのかが分かりにくい。しかし、本実施例では自分の演奏を自分の耳で客観的に聞きながら指示を聞くことができるので、不一致の態様、程度をより感覚的に捉えることができ、自学自習がより効果的に行える。

【0056】また、演奏修正指示を報知させながら自分の演奏を再現させた後、今度は手本演奏を再現させれば、演奏修正指示のあった部分での手本の演奏をより注意深く聞くことができ、直前に聞いた自分の演奏の悪い部分に対する手本演奏の音の大きさや長さ等をより感覚的に身に付け易くなる。このように、音楽の練習では必要不可欠な、聴覚を通じての修得が自分一人で行えるため、教習装置としては非常に効果的である。

【0057】以上本発明の一実施例を説明したが、本発明はこれに限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲内の種々なる態様を採用することができる。例えば、上述した各種比較及び修正指示報知処理は、必ずしも全て実行する必要はなく、設定スイッチを設け、自分の能力や修得段階に応じて、それらの内から自由に選択可能にするとよい。例えば、旋律を正しく弾くことを一応マスターしている人が、次に演奏に表情をつけるため演奏指示記号に重点をおいて練習する場合には、上述した演奏指示記号に関する比較及び修正指示報知処理だけを実行させるようにしてもよい。また、プリンタを追加して、ディスプレイ29に表示させた楽譜と演奏修正指示をプリントアウトさせるようにしてもよい。

【0058】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、生徒が自動演奏ピアノを弾いて入力した演奏情報を記憶し、所定のチェックポイントに関して、生徒の演奏情報と手本演奏情報とを比較し、両演奏情報の不一致の態様を判断する。そして、両演奏情報の不一致が存在する場合には、その不一致の存在するチェックポイントにおいて、不一致の態様を解消するための演奏修正指示を報知することができる。この不一致部分に対する演奏修正指示を、例

えば画像に表示して視覚に訴えたり、音声で報知して聴覚に訴えれば、生徒は自分の演奏の悪い部分が判ると共に、それをどのように直せば、手本演奏に近づけられるのかが判り、自学自習が効果的に出来るという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の自動演奏ピアノによる教習装置の構成を例示するブロック図である。

【図2】 実施例の自動演奏ピアノにおける打鍵強度を算出するための構成を示す概略構成図である。

【図3】 実施例の自動演奏ピアノにおけるコントロール部と各部との接続関係を示す概略構成図である。

【図4】 実施例における録音処理のフローチャートである。

【図5】 録音処理の際に参照されるマップの傾向を示す説明図である。

【図6】 録音処理の際の一時記憶の内容を示す説明図である。

【図7】 旋律に関する比較・報知制御処理のフローチャートである。

【図8】 演奏指示記号に関する比較・報知制御処理を示すフローチャートである。

【図9】 音量比較処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図10】 音長比較処理ルーチンを示すフローチャートである。

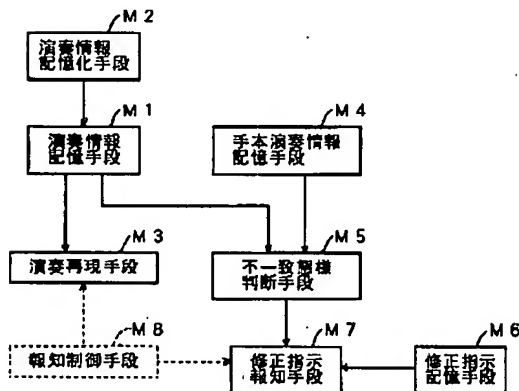
【図11】 (a)は強弱記号「p p (ピアノシモ)」の場合のランク分け及び修正指示テーブル、(b)は「f f (フォルテシモ)」の場合のランク分け及び修正指示テーブルの説明図である。

【図12】 (a)は「スタッカート」の場合のランク分け及び修正指示テーブル、(b)は「テヌート」の場合のランク分け及び修正指示テーブルの説明図である。

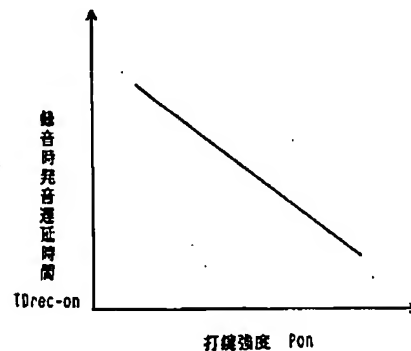
【符号の説明】

M1…演奏情報記憶手段、 M2…演奏情報記憶化手段、 M3…演奏再現手段、 M4…手本演奏情報記憶手段、 M5…不一致態様判断手段、 M6…修正指示記憶手段、 M7…修正指示報知手段、 M8…報知制御手段、 1…自動演奏ピアノ、 3…鍵、 5…段付シャッタ、 7、8…キーセンサ、 10…コントロール部、 13…RAM、 21…フロッピディスク、 23…フロッピディスクドライバ、 25…鍵駆動用ソレノイド、 27…操作パネル、 29…ディスプレイ、 31…音声発生装置

【図1】



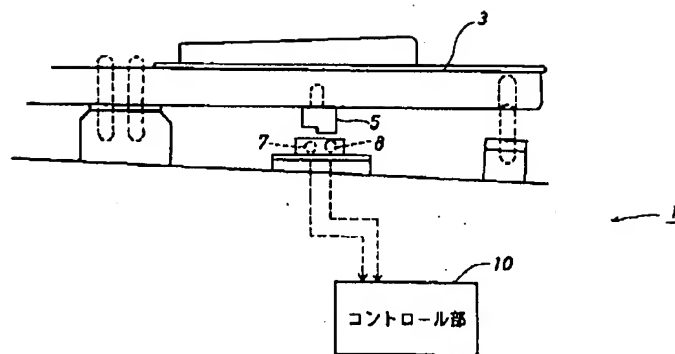
【図5】



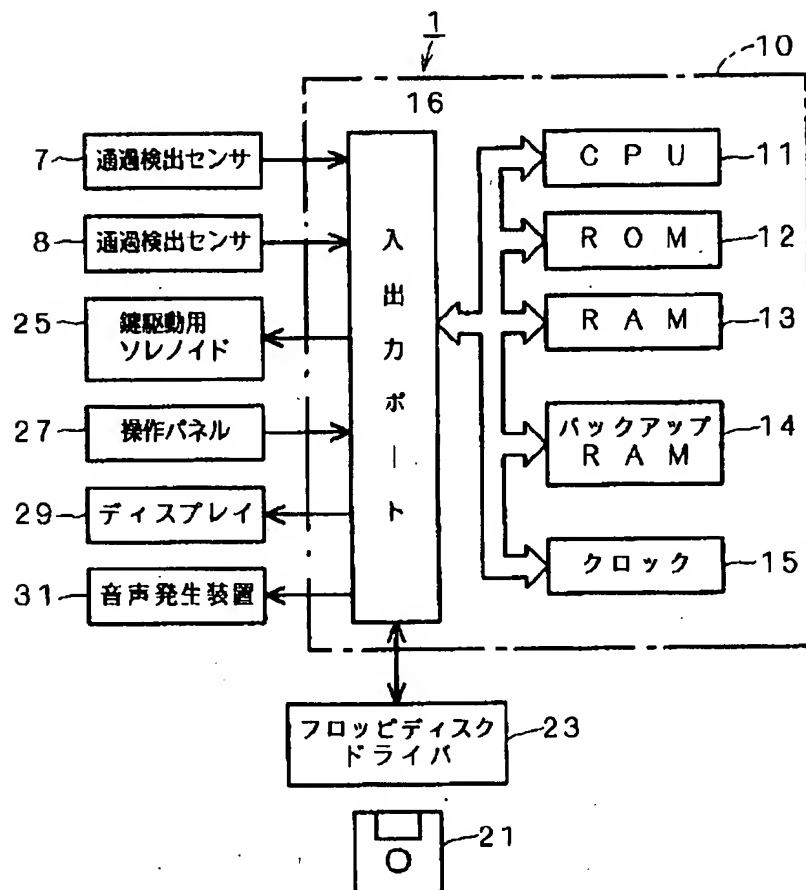
【図6】

TDrec	KNo.	Pon	空 き
01h(5msec)	20h	75h	
02h(10msec)	22h	2Fh	
07h(35msec)	34h	0Fh	
03h(15msec)	36h	22h	

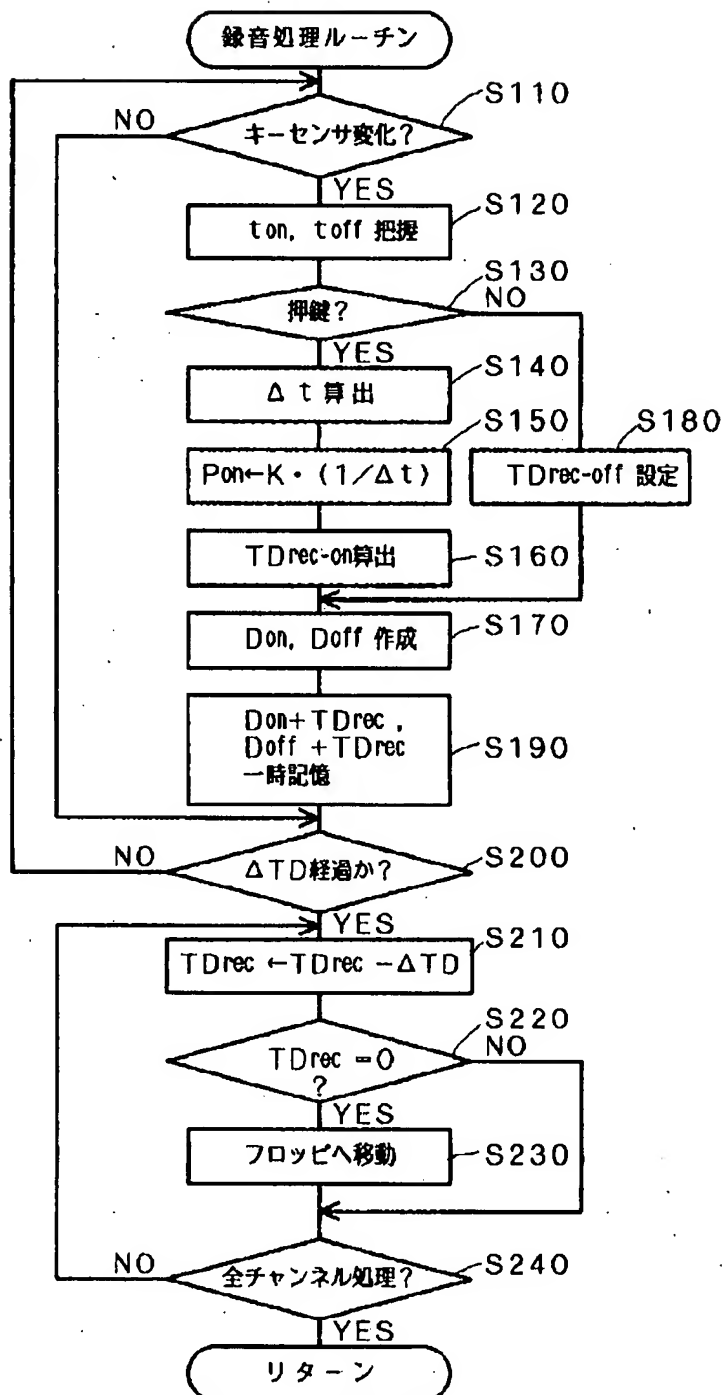
【図2】



【図3】

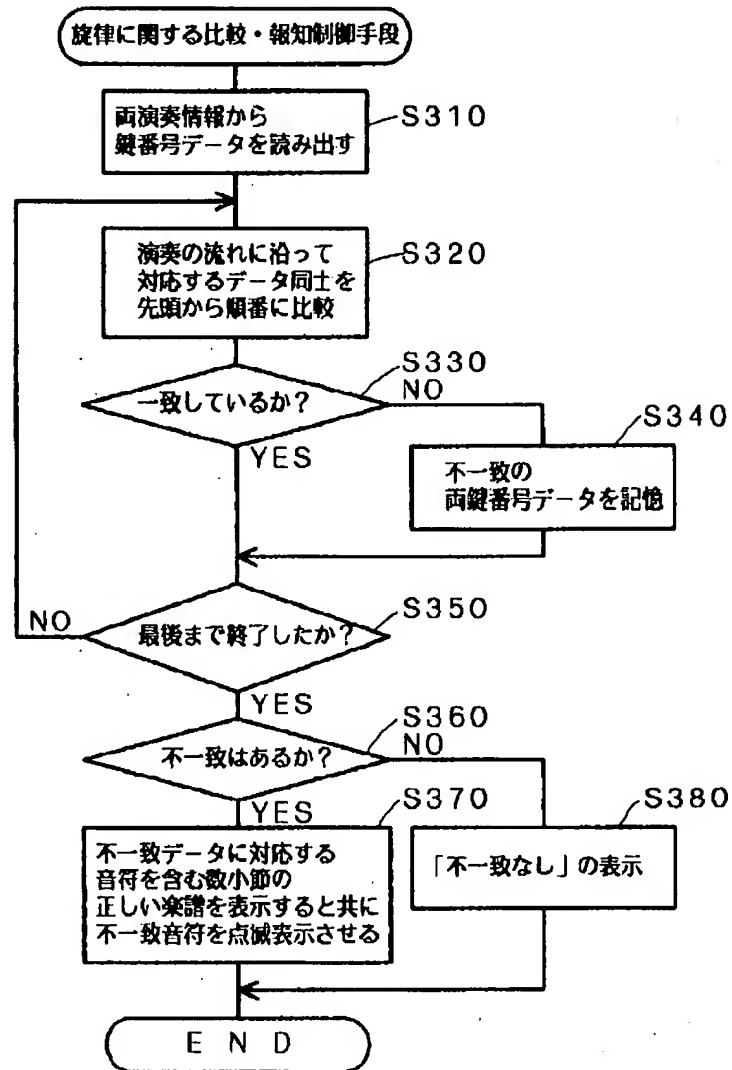


【図4】

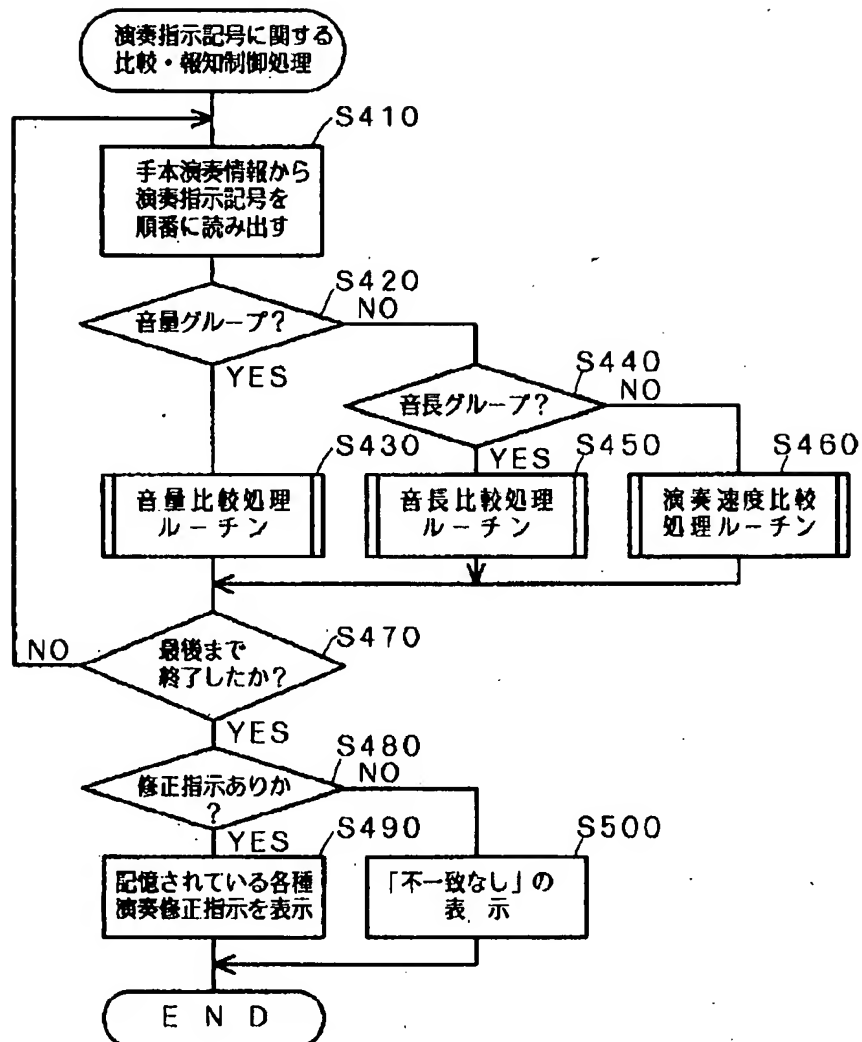




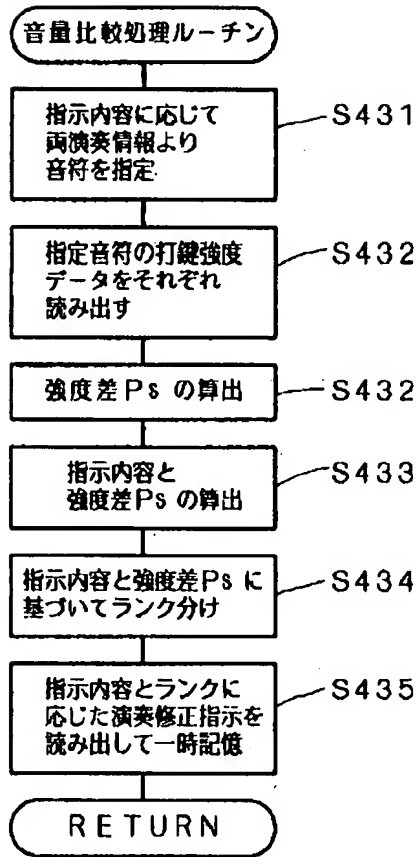
【図7】



【図8】



【図9】



【図11】

(a)

演奏記号: pp (ピアノシモ)		
PS の値	ランク	演奏修正指示
$PS > 3\alpha$	B3	強すぎる、もっと弱く
$3\alpha \geq PS > 2\alpha$	B2	もう少し弱く
$2\alpha \geq PS > \alpha$	B1	ほんの少し弱く
$\alpha \geq PS \geq -\alpha$	N	
$-\alpha > PS$	S1	ほんの少し強く

(b)

演奏記号: ff (フォルテシモ)		
PS の値	ランク	演奏修正指示
$PS > \beta$	B1	ほんの少し弱く
$\beta \geq PS \geq -\beta$	N	
$-\beta > PS \geq -2\beta$	S1	ほんの少し強く
$-2\beta > PS \geq -3\beta$	S2	もう少し強く
$-3\beta > PS$	S3	弱すぎる、もっと強く

【図12】

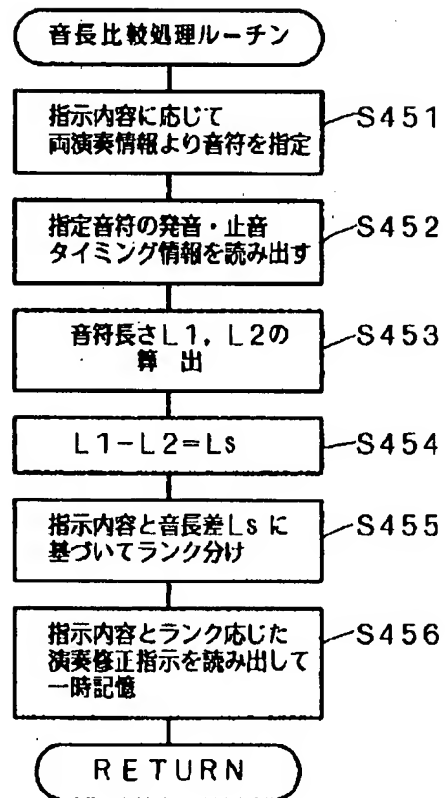
(a)

演奏記号: スタッカート		
LS の値	ランク	演奏修正指示
$LS > 2r$	B2	長すぎる、もっと短く
$2r \geq LS > r$	B1	もう少し短く
$r \geq LS$	N	

(b)

演奏記号: テヌート		
LS の値	ランク	演奏修正指示
$LS \geq -e$	N	
$-e > LS \geq -2e$	S1	もう少し長く
$-2e > LS$	S2	短すぎる、もっと長く

【図10】




---

フロントページの続き

(72)発明者 稲葉 達也  
静岡県浜松市寺島町200番地 株式会社河  
合楽器製作所内

(72)発明者 成田 拓  
静岡県浜松市寺島町200番地 株式会社河  
合楽器製作所内